الكيمياء الحيوية

By : Mustafa Ahmed

أولًا: الكربوهيدرات

Carbohydrates

تقسيم الباب :

١- طرق تحضير الكربوهيدرات فى الطبيعة
٢- تعريف الكربوهيدرات
٣- أهمية الكربوهيدرات
٤- تصنيف الكربوهيدرات



(١) طريقة تحضيرها فى الطبيعة

يتم ذلك من خلال عمليتين متلازمتين يقوم بهما النبات هما (البناء الضوئي و التنفس)

الفرق بينهما ::

(عملية البناء الضوئى) : يمتص النبات الطاقة الشمسية بواسطة المادة الفعالة للبلاستيدات الخضراء -الكلوروفيل- ليقوم بإختزال ثانى اكسيد الكربون إلى سكر الجلكوز (الكربوهيدرات) ، وأكسدة الماء إلى أكسجين. وهذه العملية لاتحدث إلا فى وجود ضوء الشمس ، الغرض من هذه العملية (انتاج و تخزين الطاقة) .

(عملية التنفس) : يقوم النبات عند غياب ضوء الشمس ليلًا بتحرير الطاقة التى اختزنها فى صورة كربوهيدرات من خلال تفاعل عكسي حيث يأكسد سكر الجلكوز (الكربوهيدرات) إلى ثاني اكسيد كربون ويختزل الاكسجين ويحوله إلى ماء ، الغرض من هذه العملية (تحرير الطاقة المختزنة).



((تخزين طاقة))

بناء ضوئي

جلكوز + اكسجين ⇄ ثاني أكسيد الكربون + ماء

تنفس

((تحرير طاقة))

(٢) تعريف الكربوهيدرات

R-CHO

هي الدهيدات عديدة الهيدروكسيل أو كيتونات عديدة الهيدروكسيل ، أو مركبات تعطي عند التحلل المائي لها الدهيدات وكيتونات.

$>C=O$

الصيغة العامة << $C_nH_{2n}O_n$ أو $C_n(H_2O)_n$

تسمى باسم (مائيات الكربون) لأنها تحتوى على الاكسجين والهيدروجين بنفس نسبة تواجدهم فى الماء ((هذا لا يعني أن الأكسجين والهيدروجين موجدان فى الجزيء على هيئة جزيئات ماء)).

هناك بعض المركبات لها نفس الصيغة العامة للكربوهيدرات ولاتنتمى إليها مثل

الفورمالدهيد CH_2O

حامض الأستيك $C_2H_4O_2$

الرامنوز $C_6H_{12}O_5$

(٣) أهمية الكربوهيدرات

١ـ تدخل فى تركيب الخلايا والأنسجة

٢ـ تدخل فى صناعة الورق والملابس (السليلوز)

٣ـ تدخل فى تركيب الأحماض النووية وبعض المرافقات الإنزيمية

٤ـ مصدر للكربون فى الخلية

٥ـ مخزن كبير للطاقة فى اجسام الكائنات الحية (يمد الكائن بحوالى ٥٠% من إجمالى طاقة الجسم)

٦ـ مصدر غذائي متواجد فى (البطاطس ، الأرز ، الذرة) أغلبها نشا

٧ـ لها وظائف متخصصة (سكر الريبوز فى النيوكليوتيدات ، سكر الجالاكتوز فى الدهون ، سكر الفراكتوز فى اللبن)

(٤) تصنيف الكربوهيدرات

١ـ السكريات الأحادية (أبسط الأنواع ولا يمكن أن تتجزأ لما هو أبسط منها)

٢ـ السكريات قليلة التسكر (تتكون من ارتباط عدد قليل من السكريات الأحادية أقل من ١٠ وحدات بروابط جلايكوسيدية)

٣ـ. السكريات العديدة (تتكون من ارتباط عدد كثير من السكريات الأحادية يتجاوز ١٠ وحدات بروابط جلايكوسيدية)

أولًا : السكريات الأحادية

Monosaccharides

١) الخصائص العامة لها

* مواد صلبة متبلورة * بيضاء اللون *معظمها حلو المذاق *تذوب بسهولة فى الماء *لاتذوب فى المذيبات القطبية

٢) تصنيفها

تسمى السكريات الأحادية باسم (السكريات البسيطة) لأنه يتعذر تجزئتها لما هو أصغر (أبسط) منها لذلك يتم تصنيفها إلى نوعين :

أولًا : تبعًا لعدد ذرات الكربون

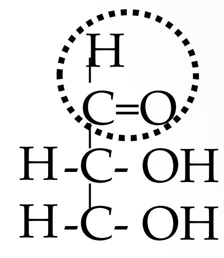
١- السكريات الثلاثية (تحتوى على ثلاث ذرات كربون)
٢- السكريات الرباعية (تحتوى على أربع ذرات كربون)
٣- السكريات الخماسية (تحتوى على خمس ذرات كربون)
٤- السكريات السداسية (تحتوى على ست ذرات كربون)

ثانيًا : تبعًا لموقع مجموعة الكربونيل C=O

متى نسمّي السكر الأحادي (الدهيدي أو كيتوني)؟

١- إذا كانت مجموع الكربونيل (C=O) موجودة فى بداية أو نهاية سلسلة ذرات الكربون عديدة الهيدروكسيل فى هذه الحالة نسمى نسمى السكر الأحادي (<u>ألدهيدي</u>)

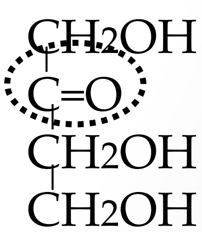
مثال))



>> سكر أحادي ألدهيدي عديد الهيدروكسيل

٢- إذا كانت مجموع الكربونيل (C=O) موجودة بين ذرتين كربون (ليس فى بداية أو نهاية السلسة) فى هذه الحالة نسمى نسمى السكر الأحادي (<u>كيتوني</u>)

مثال))



>> سكر أحادي كيتوني عديد الهيدروكسيل

٣) تسمية السكريات الاحادية

أولًا : نقوم بتحديد عدد ذرات الكربون فى المركب

إذا كان السكر ثلاثي الكربون يسمى **Triose**
إذا كان السكر رباعي الكربون يسمى **Tetrose**
إذا كان السكر خماسي الكربون يسمي **Pentose**
إذا كان السكر سداسي الكربون يسمي **Hexose**
إذا كان السكر سباعي الكربون يسمي **Heptose**

ثانيًا : نضيف كلمة (**Aldo**) قبل اسم السكر فى حالة كان السكر الاحادي الدهيدي
أو نضيف كلمة (**Keto**) قبل اسم السكر فى حالة كان السكر الاحادي كيتوني

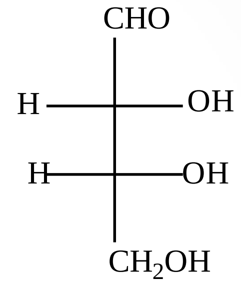
ملاحظات

- السكريات الألدهية (الألدوزية) تحتوى على ثلاث ذرات كربون أو أكثر غير متناظرة.
- السكريات الكيتونية (الكيتوزية) تحتوى على أربع ذرات كربون أو أكثر غير متناظرة.
- السكريات الأحادية الثلاثية والرباعية لاتتواجد فى الطبيعة بصورة حرة ولكن تظهر اثناء عملية التمثيل الغذائي.
- السكريات الأحادية الخماسية لا توجد منفردة بل توجد فى صورة وحدات مرتبطة فى الكربوهيدرات العديدة اثناء التمثيل الغذائي.
- أبسط السكريات الأحادية الألدهيدية هو (الجلسرالدهيد) وهو ثلاثي الكربون Triose.
- أبسط السكريات الأحادية الكيتونية هو (الداي – ثنائي - هيدروكسي اسيتون) وهو أيضًا ثلاثي الكربون Triose .
- أكثر السكريات الأحادية انتشارًا فى الطبيعة هي السكريات السداسية Hexoses .

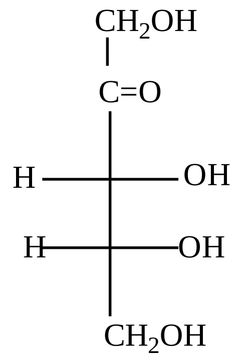
سؤال تطبيقي على ما سبق :

س : صنف السكريات الأحادية التالية (قم بتسميتها) :

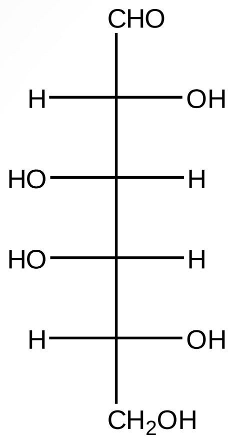
(أ)



(ب)



(ج)



الإجابة

أ) Aldo Tetrose : لأنه سكر الدهيدي يحتوي على أربع ذرات من الكربون

ب) Keto Pentose : لأنه سكر كيتوني يحتوي على خمس ذرات من الكربون

ج) Aldo Hexose : لأنه سكر الدهيدي يحتوي على ست ذرات من الكربون

٤) التشابه فى السكريات الأحادية

هى تشابه مركبين أو أكثر فى الصيغة الجزيئية واختلافهم فى الصيغة البنائية وبالتالى اختلافهم فى الصفات الفيزيائية والكيميائية ، وبالتالى يُعتمد على الصيغة البنائية فى تحديد المركبات وليس الصيغة الجزيئية.

أنواع التشابه فى السكريات الأحادية

١ ـ تشابه ضوئي

٢ ـ تشابه فراغي

٣ ـ تشابه وظيفي

ذرة الكربون الكيرالية (الغير متناظرة) : هي ذرة كربون محاطة بذرات أو مجموعات مختلفة ليست من نفس النوع.

مثال توضيحي :

```
    CL
    |
I – C – Br
    |
    H
```

ذرة الكربون هنا غير متناظرة (كيرالية) لأنها محاطة بذرات مختلفة هي (كلور ، البروم ، اليود ، الهيدروجين).

ملحوظة (ذرة الكربون فى الكيتون والألدهيد ليست كيرالية)

١ ـ التشابه الضوئي

الفعالية البصرية للسكريات الأحادية Optical activity of monosaccharides

متى يكون المركب فعّال (نشط) بصريًا ؟

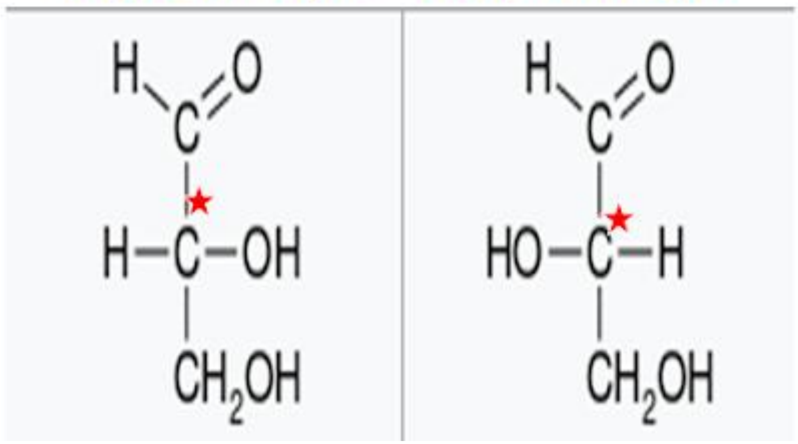
إذا احتوى المركب على ذرة كربون أو أكثر كيرالية (غير متناظرة) Asmmetric فالمركب يكون نشط بصريًا Optically active كما هو الحال فى السكريات الأحادية والأحماض الأمينية وبالتالي يكون له متشابهات ضوئية.

ماذا يحدث عندما تمر حزمة لضوء مستقطب من جهاز الاستقطاب على محلول به مادة فعالة بصريًا؟

شعاع الضوء المستقطب إما يدور يميناً فيكون المركب أيمن الدوران ويرمز له (+) أو (D) أو يدور يساراً فيكون أيسر الدوران ويرمز له (-) أو (L).

ملحوظة : اذا كانت مجموعة OH فى ذرة الكربون القبل الأخيرة فى المركب موجودة ناحية اليمين فإن المركب يكون من النوع D و إذا كانت موجودة ناحية اليسار فإن المركب يكون من النوع L

السكر الثلاثي الألدهيدي جليسرالدهيد توجد به ذرة كربون واحدة غير متماثلة أو غير متناظرة هى ذرة الكربون رقم ٢ (نجمه) والتى بإستطاعتها تدوير الضوء المستقطب لذلك يوجد هذا المركب بشكل إيزومرين Stereo isomers هما D، L



عدد المتشابهات يعتمد على عدد ذرات الكربون الكيرالية (الغير متناظرة) فى السكر الأحادي والتى تحسب من خلال تربيع عدد الكربونات الغير متشابهة (n^2) حيث n عدد ذرات الكربون الكيرالية فى المركب

السكر الثلاثي Trioses يحتوى على (ذرة كربون كيرالية واحدة) (n=1) وبالتالى له (شبيه ضوئي واحد)
السكر الرباعي Tetroses يحتوي على (ذرتين كربون كيرالية) (n = 2) وبالتالي له (٤ أشباه ضوئية)
السكر الخماسي Pentoses يحتوي على (ثلاث ذرات كربون كيرالية) (n = 3) وبالتالي له (٩ أشباه ضوئية)
السكر السداسي Hexoses يحتوي على (أربع ذرات كربون كيرالية) (n = 4) وبالتالي له (١٦ شبيه ضوئي)

ينتمي سكر الجلكوز إلى السكريات السداسية وبالتالي يكون له (٤ ذرات كربون كيرالية) وعدد المشابهات الضوئية (١٦ شبيه ضوئي) ٨ متشابهات من النوع D و ٨ متشابهات آخرين من النوع L

متى يكون المركب غير نشط ضوئيًا بالرغم من وجود ذرات كربون كيرالية؟

عندما يكون المركب عبارة عن مزيج من مخلوطين أحدهما يعكس نصف الضوء المستقطب ناحية اليمين والنصف الآخر ناحية اليسار أى أن المركب يكون نصفه (D) والنصف الآخر (L) فتكون محصلة الإنعكاس صفر لذلك فإن هذا المركب أو المزيج يكون خال من النشاط الضوئي ويسمى المزيج أو المركب فى هذه الحالة باسم (المزيج الرايسمي).

تعريف (المزيج الرايسمي) : هو خليط من مركبات نصفها يعكس الضوء المستقطب إلى اليمين والنصف الآخر يعكس الضوء بإتجاه اليسار وبنفس الزاوية ، أى ان نصفها من النوع (D) والنصف الآخر من النوع (L) فتكون محصلة الإنعكاس صفر لذلك هذا المزيج يكون خال من النشاط الضوئي.

٢ ـ التشابه الفراغي

هو تشابه مجموعة السكريات فى الصيغة الجزيئية واختلافهم فى التوزيع الفراغي لذرات الهيدروجين والهيدروكسيل على جانبي ذرة الكربون الكيرالية.

يوجد ثلاث أنواع من التشابه الفراغي هم

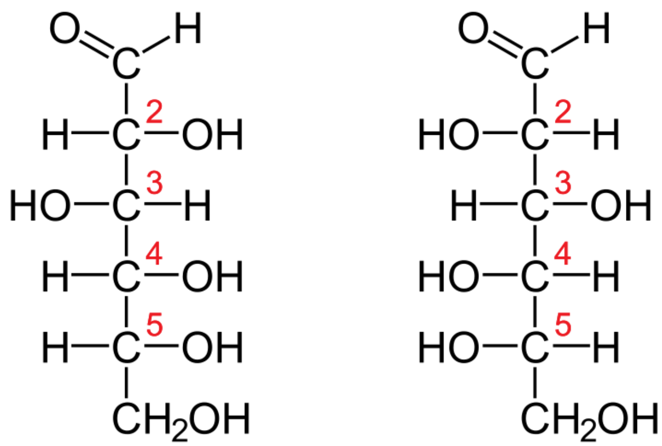
(إيناتشيومير و إيبمير و دياستيري)

(أ) تشابه فراغي من نوع إيناتشيومير :

في هذا التشابه تكون المجاميع مختلفة فى توزيعها على جميع ذرات الكربون الكيرالية حيث يكون احداها صورة فى المرأة للآخر.

تكون المركبات متشابهة فى جميع الصفات عدا اتجاه انعكاس الضوء المستقطب فأحداهما يعكس الضوء إلى اليمين والآخر إلى اليسار ويشار إلى هذا التشابه فى السكريات بصيغة **D** و **L** والتى تعني أن لكل سكر صيغتين احداهما **D** والأخرى **L**

مثال))



D-Glucose L-Glucose

تشابه من نوع إيناتشيومير فى الجلكوز (حيث يكون المتشابه مرآة للآخر)

(ب) تشابه فراغي من نوع إيبمير:

متى يطلق على السكريات الأحادية اسم (إبيميرات Epimers) ؟

إذا كانت السكريات الأحادية تتماثل فى الترتيب الفراغية حول ذرات الكربون الكيرالية ما عدا ذرة كربون كيرالية واحدة

متى يطلق على الإبيميرات اسم (أنوميرات Anomers) ؟

إذا كان الاختلاف بين الابيميرات يرجع إلى الإختلاف فى الترتيب الفراغي حول ذرة الكربون الأنوميرية (هي ذرة الكربون الخاصة بمجموعة الكربونيل التى تكون الأولى فى الألدوزات و الثانية فى الكيتوزات) فيطلق حينئذ على الإبيميرات اسم Anomers أنوميرات.

هل كل الأنوميرات Anomers عبارة عن إبيميرات ؟ ولماذا ؟

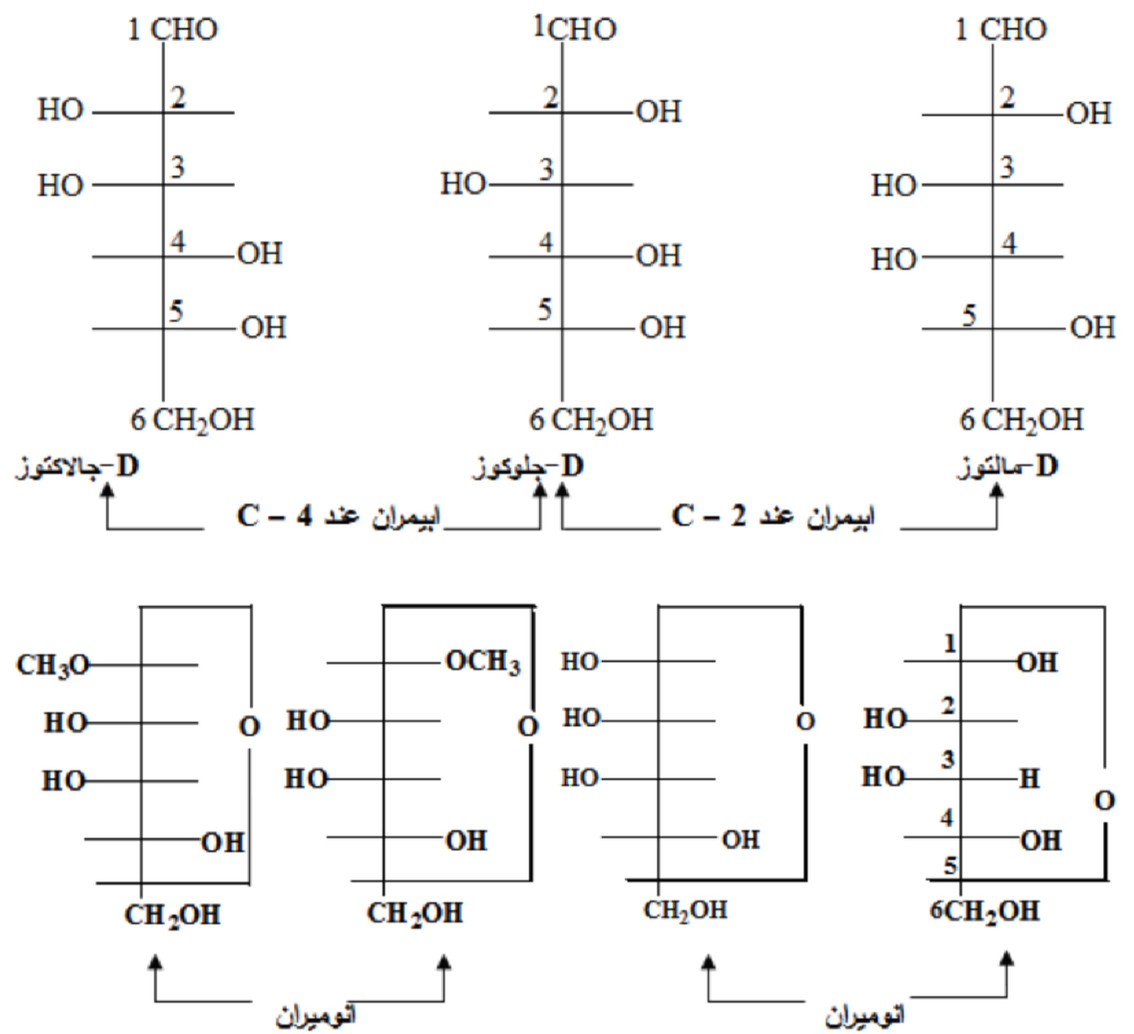
نعم الأنوميرات عبارة عن إبيميرات ، حيث يكون الموقع الكيرالي أصلًا ذرة الكربون الخاصة بمجموعة الكربونيل

ما هو الأختلاف بين أو كيف تختلف (الإبيميرات و الأنوميرات) ؟

تختلف الإبيميرات فى الهيئة الفراغية حول مركز كيرالي واحد فى جزيئات بها أكثر من مركز كيرالي والأنوميرات عبارة عن أبيميرات يكون فيها الموقع الكيرالي أصلًا ذرة الكربون الخاصة بمجموعة الكربونيل.

ملحوظة : تظهر معظم الأنوميرات فى الحالة الحلقية للسكريات

أمثلة على التشابه الفراغي من نوع إيبمير :



(ج) تشابه فراغي من نوع دياستيري:

هي متشابهات لها نفس الصيغة الجزيئية وتختلف عن بعضها بالتوزيع الفراغي حول أكثر من ذرة كربون كيرالية واحدة ، ولكن ليس جميع ذرات الكربون الكيرالية ، حيث أنها حالة وسط بين الأناتشيوميرات والإيبميرات مثل D-galactose و D-manose .

الفرق بين (الإينانتشيوميرات Enantiomers و الأيبميرات Epimers)

١- الإينانتشيوميرات Enantiomers : هي زوج من السكريات تتشابه فى جميع الخواص الطبيعية والكيميائية عدا درجة التحول الضوئي التى تختلف فى الإشارة .

٢- الإيبميرات Epimers: هي زوج من السكريات تختلف فى وضع مجموعة الهيدروكسيل على احدى ذرات الكربون وتتشابه فى باقي الجزيء.

٣ـ التشابه الوظيفي

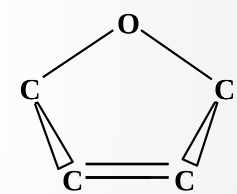
هي مجموعة من السكريات لها نفس الصيغة الجزيئية ولكنها تختلف عن بعضها بالمجموعة الفعالة أو الوظيفية (الألدهيدية أو الكيتونية).

فمثلًا الجليسيرالدهيد (المجموعة الفعالة به الدهيد)
و الاستون ثنائي الهيدروكسيل (المجموعة الفعالة به كيتون)
ولكن نفس المركبان لهما نفس الصيغة الجزيئية $C_3H_6O_3$

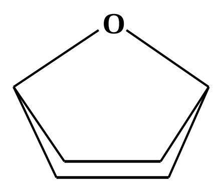
٥) التركيب الحلقي للسكريات الأحادية

الكيتوزات فى الشكل الحلقي تسمى
(الفيورانوزات)
furanoses

يكون الشكل الحلقي للفيورانوز كالآتي:



أو ببساطة أكثر

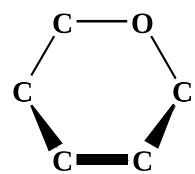


شكل خماسي الأضلاع

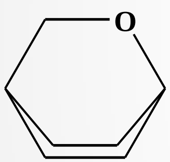
مثال : الفركتوز

الألدوزات فى الشكل الحلقي تسمي
(البيرانوزات)
pyranoses

يكون الشكل الحلقي للبيرانوز كالآتي:



أو ببساطة أكثر



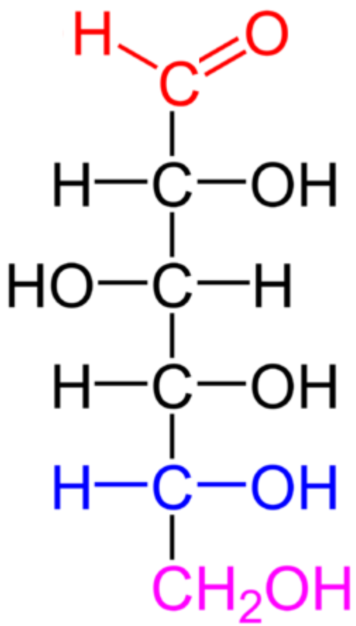
شكل سداسي الأضلاع

مثال : الجلكوز

أمثلة على التحقق فى السكريات الأحادية السداسية:

(١) آلية التحقق فى سكر الجلكوز D-glucose :

D - جلكوز ينتمي للسكريات الأحادية الألدهيدية سداسية الكربون وشكله مفتوح السلسلة كالآتي:



لكي نحوله إلى صيغة حلقية سوف نقوم بخطوتين

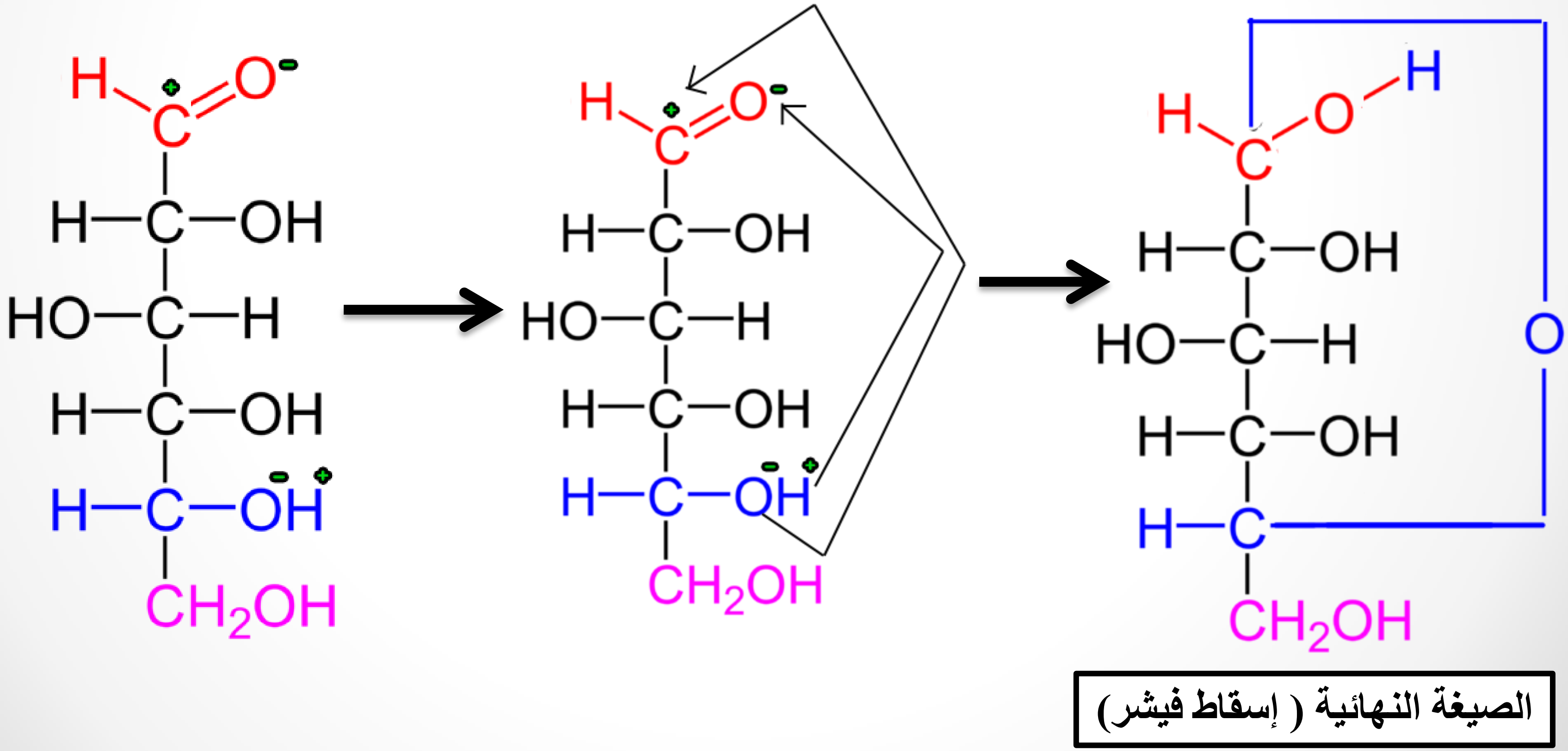
الخطوة الأولى (إسقاط فيشر)

الخطوة الثانية (صيغة هاورث)

الخطوة الأولى (إسقاط فيشر)

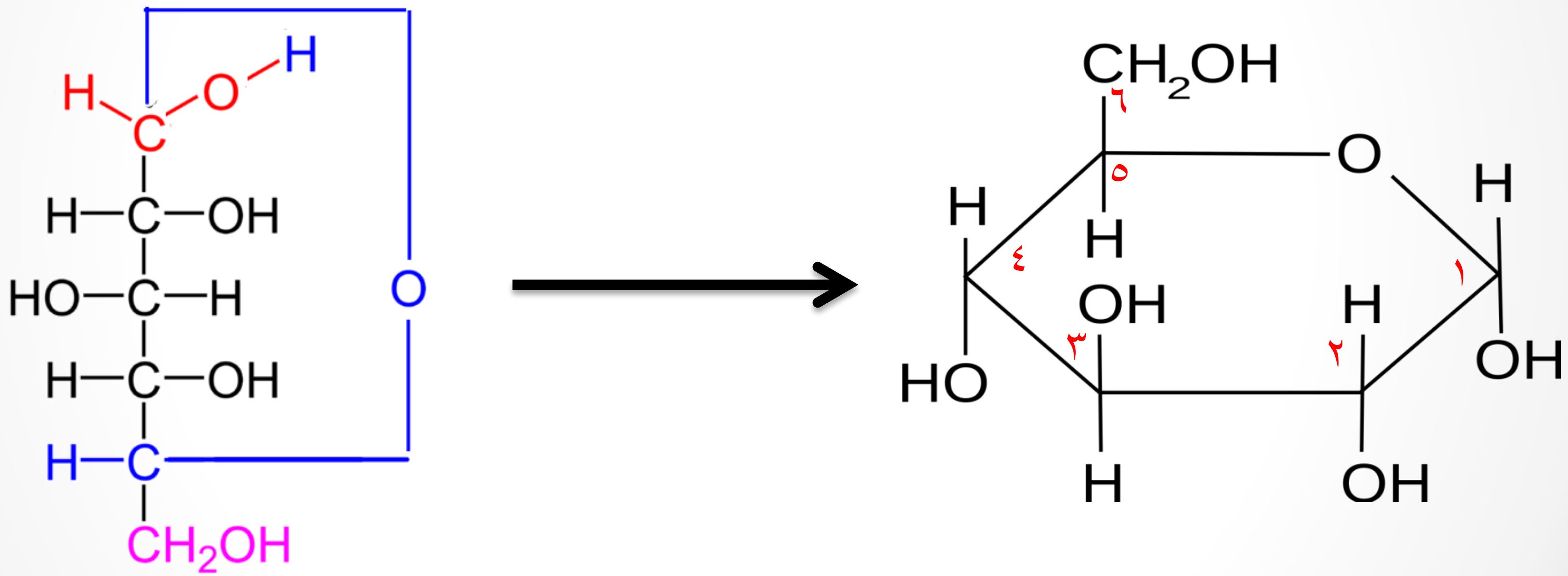
فى هذه الخطوة يحدث تفاعل بين ذرة الكربون رقم (١) ومجموعة (OH) على ذرة الكربون رقم (٥)

حيث يتم كسر الرابطة الثنائية (باي) الخاصة بأيون الأكسجين السالب فى ذرة الكربون رقم (١) لكي ترتبط بأيون الهيدروجين الموجب الخاص بمجموعة (OH) في الكربون رقم (٥) ، وترتبط ذرة الأكسجين السالبة المتبقية من مجموعة (OH) فى الكربون رقم (٥) مباشرة بالكربون رقم (١) ويتضح ذلك فيما يلي:



الخطوة الثانية (صيغة هاورث)

فى هذه الخطوة نقوم بعمل حلقة سداسية الأضلاع (لأن السكر ألدوزي) ونرقم مع اتجاه عقارب الساعة ذرات الكربون ، ثم نضع (OH) لأسفل فى الحلقة إذا كانت ناحية اليمين فى طريقة إسقاط فيشر ويسمى فى هذه الحالة المركب (ألفا) أو نضع (OH) لأعلى فى الحلقة إذا كانت ناحية اليسار فى طريقة اسقاط فيشر ويسمي في هذه الحالة المركب (بيتا) ويتضح ذلك كالآتي :



ألفا D - جلكوز

صيغة فيشر

ألفا D - جلكوز

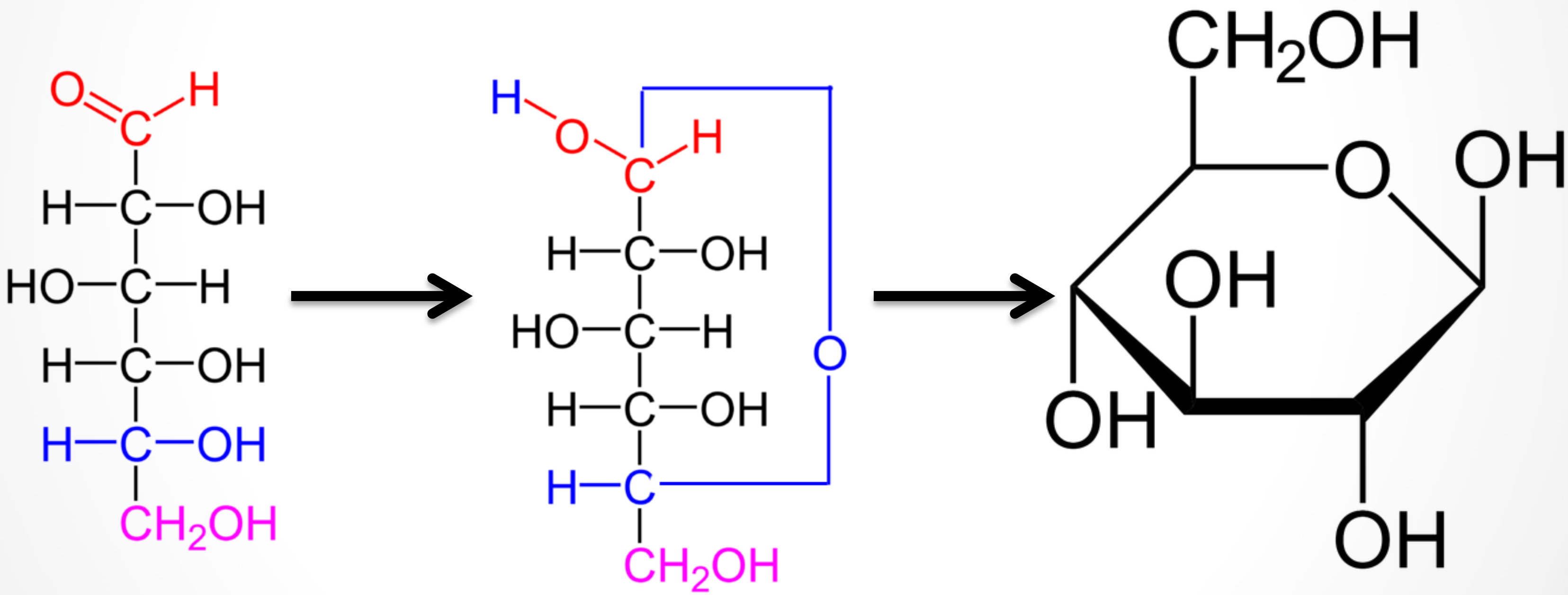
صيغة هاورث

يرمز لـ (ألفا) بالرمز (α) ويقال للمركب من النوع (ألفا) إذا كانت (OH) فى ذرة الكربون رقم (١) موجودة بالأسفل ، أو فى عكس اتجاه (CH_2OH) على ذرة الكربون رقم (٥) (وذلك فى صيغة هاورث)

تطبيق على ما سبق

اكتب الصيغة الحلقية للمركب (بيتا D- جلكوز)

الإجابة



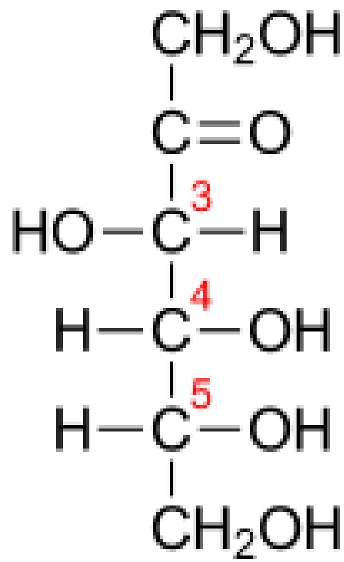
صيغة فيشر

صيغة هاورث

- يرمز لـ (بيتا) بالرمز (β) ويقال للمركب من النوع (بيتا) إذا كانت (OH) فى ذرة الكربون رقم (١) موجودة بالأعلى، أو فى نفس اتجاه (CH_2OH) على ذرة الكربون رقم (٥) (وذلك فى صيغة هاورث)

(٢) آلية التحلق فى سكر الفركتوز D-fructose :

D – فركتوز ينتمي للسكريات الأحادية الكيتونية سداسية الكربون وشكله مفتوح السلسلة كالآتي:



D-Fructose

لكي نحوله إلى صيغة حلقية سوف نقوم بخطوتين

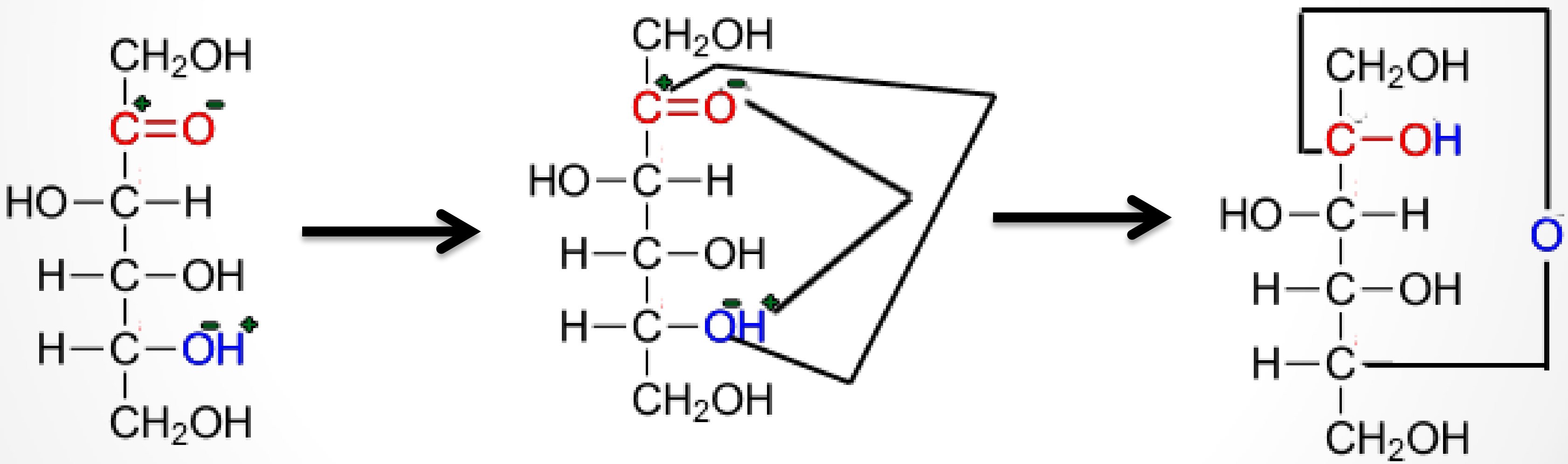
الخطوة الأولى (إسقاط فيشر)

الخطوة الثانية (صيغة هاورث)

الخطوة الأولى (إسقاط فيشر)

<u>فى هذه الخطوة يحدث تفاعل بين ذرة الكربون رقم (٢) ومجموعة (OH) على ذرة الكربون رقم (٥)</u>

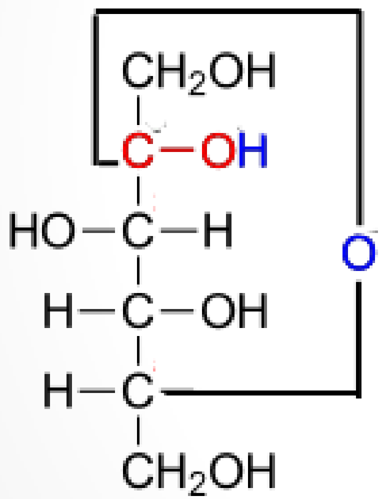
حيث يتم كسر الرابطة الثنائية (باي) الخاصة بأيون الأكسجين السالب فى ذرة الكربون رقم (٢) لكي ترتبط بأيون الهيدروجين الموجب الخاص بمجموعة (OH) في الكربون رقم (٥) ، وتربط ذرة الأكسجين السالبة المتبقية من مجموعة (OH) فى الكربون رقم (٥) مباشرة بالكربون رقم (٢) ويتضح ذلك فيما يلي:



الصيغة النهائية (إسقاط فيشر)

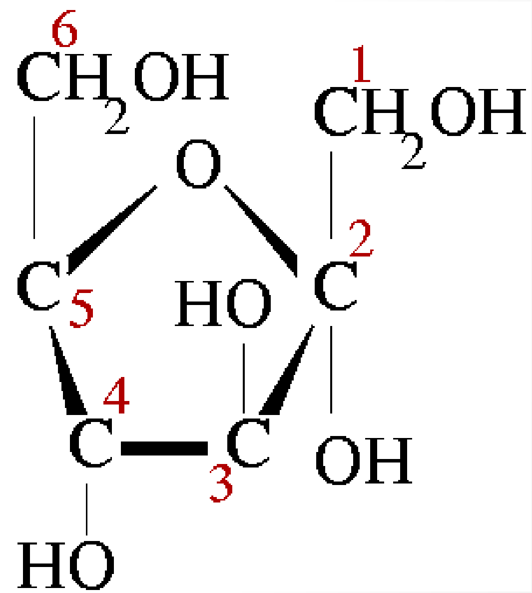
الخطوة الثانية (صيغة هاورث)

فى هذه الخطوة نقوم بعمل حلقة خماسية الأضلاع (لأن السكر كيتوزي) ونرقم مع اتجاه عقارب الساعة ذرات الكربون ، ثم نضع (OH) لأسفل فى الحلقة إذا كانت ناحية اليمين فى طريقة إسقاط فيشر ويسمى فى هذه الحالة المركب (ألفا) أو نضع (OH) لأعلى فى الحلقة إذا كانت ناحية اليسار فى طريقة اسقاط فيشر ويسمي في هذه الحالة المركب (بيتا) ويتضح ذلك كالآتي :



ألفا D - فركتوز

صيغة فيشر



ألفا D - فركتوز

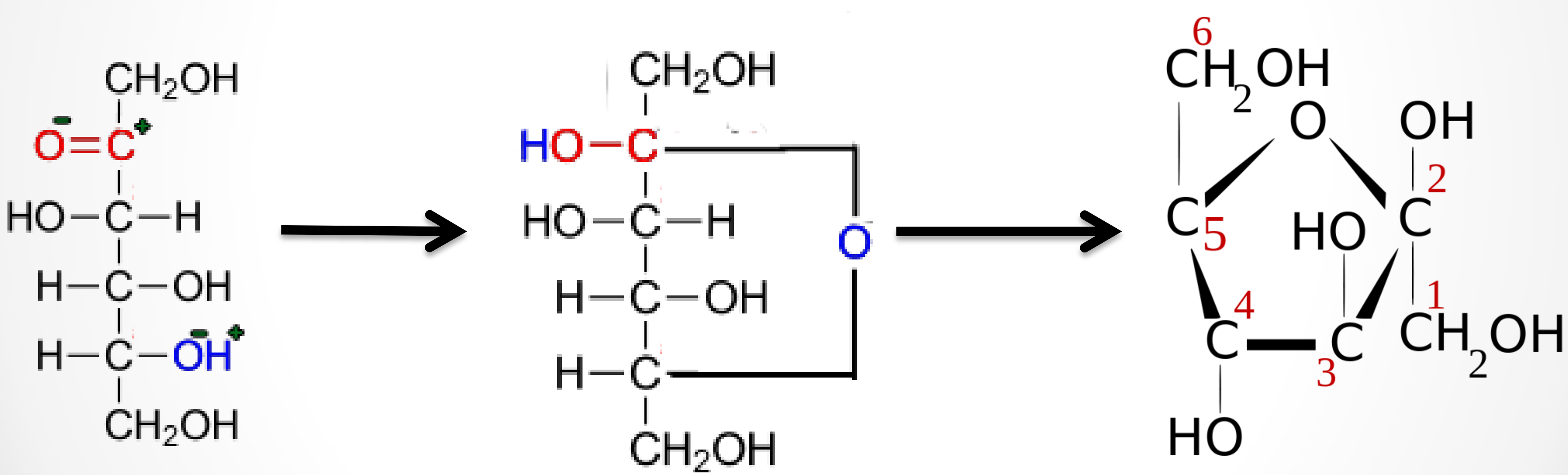
صيغة هاورث

يرمز لـ (ألفا) بالرمز (α) ويقال للمركب من النوع (ألفا) إذا كانت (OH) فى ذرة الكربون رقم (٢) موجودة بالأسفل ، أو فى عكس اتجاه (CH_2OH) على ذرة الكربون رقم (٥) (وذلك فى صيغة هاورث)

تطبيق على ما سبق

اكتب الصيغة الحلقية للمركب (بيتا D- فركتوز)

الإجابة



صيغة فيشر

صيغة هاورث

- يرمز لـ (بيتا) بالرمز (β) ويقال للمركب من النوع (بيتا) إذا كانت (OH) فى ذرة الكربون رقم (٢) موجودة بالأعلى، أو فى نفس اتجاه (CH_2OH) على ذرة الكربون رقم (٥) (وذلك فى صيغة هاورث)

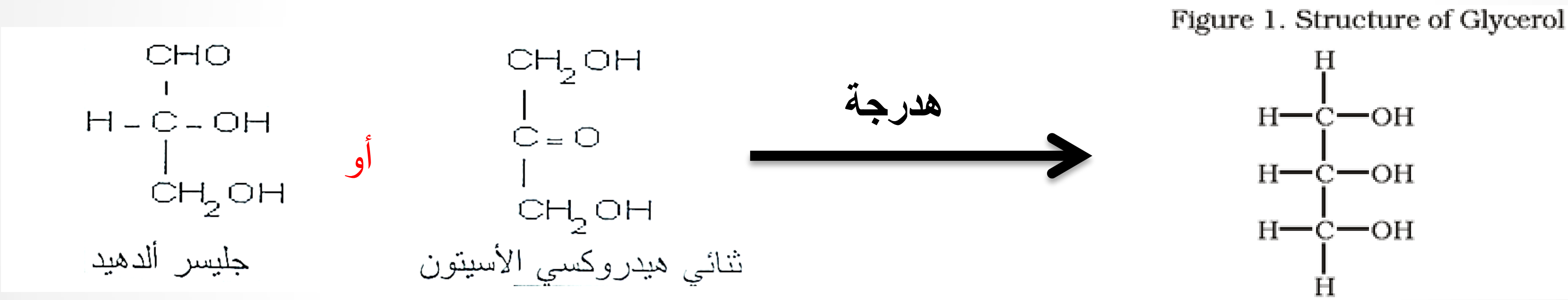
٦) مشتقات السكريات الأحادية

هدرجة

١ـ الكحولات السكرية

هي الشكل المهدرج (اضافة هيدروجين) من السكريات الأحادية التى تم فيها اختزال مجموعة الكربونيل (الألدهيدية أو الكيتونية) إلى مجموعة هيدروكسيل (كحول).

مثال:



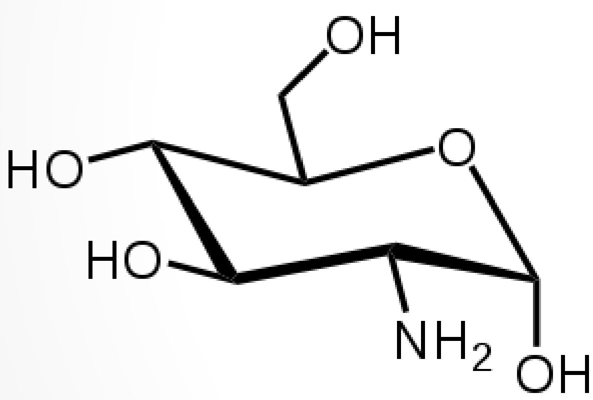
جليسرول

احلال

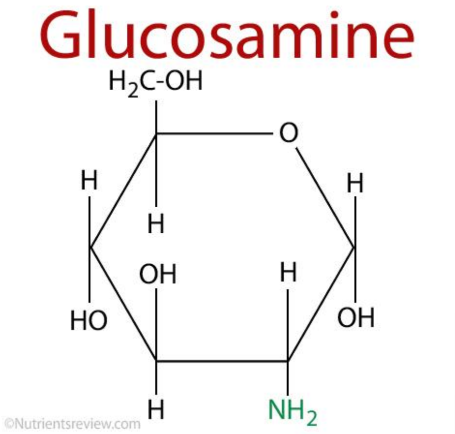
٢- السكريات الأمينية

هي مشتقات سكرية تنتج من احلال مجموعة الأمين (NH_2) محل مجموعة أو أكثر من (OH) فى السكر الأحادي

مثال: الجلكوز أمين



أو

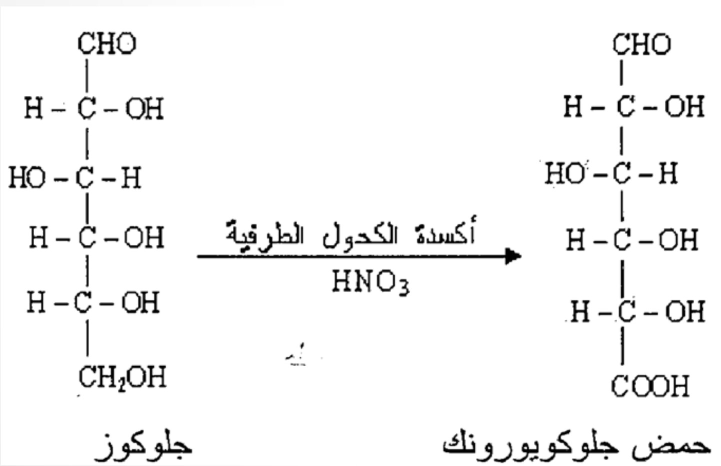


اكسدة

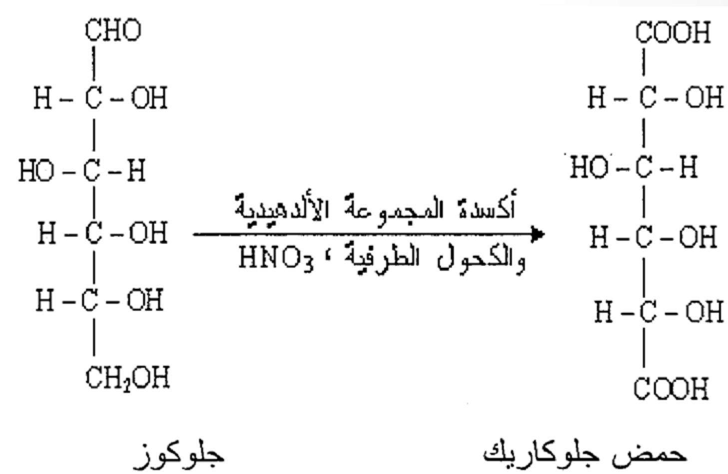
٣- الأحماض السكرية

هي مشتقات سكرية تنتج من أكسدة السكريات الأحادية (سواء كانت ألدهيدية أو كيتونية) وتحولها إلى أحماض سكرية تحتوى على مجموعة أو أكثر من الكربوكسيل (COOH).

مثال:



(١)



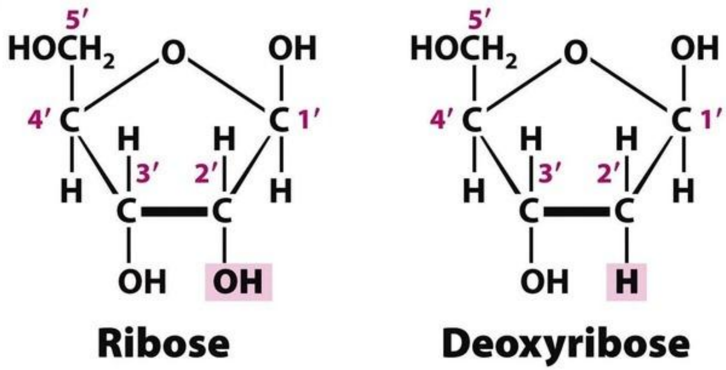
(٢)

فقد اكسجين

٤- سكريات منزوعة (منقوصة) الأكسجين

هى سكريات أحادية تفقد ذرة اكسجين واحدة وتسمي (داي اوكسي Deoxy)

مثال:

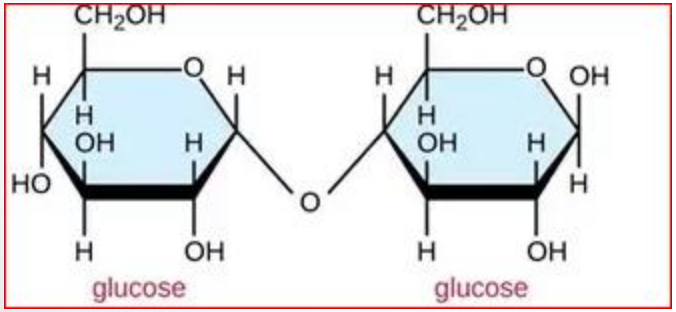


اتحاد

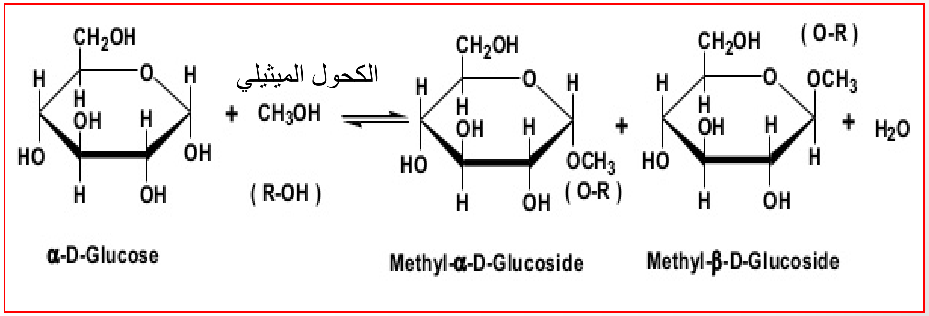
٥- الجليكوسيدات

هي مركبات ناتجة عن اتحاد السكريات الأحادية مع بعضها أو مع المركبات العضوية بروابط جليكوسيدية

مثال:



(١)



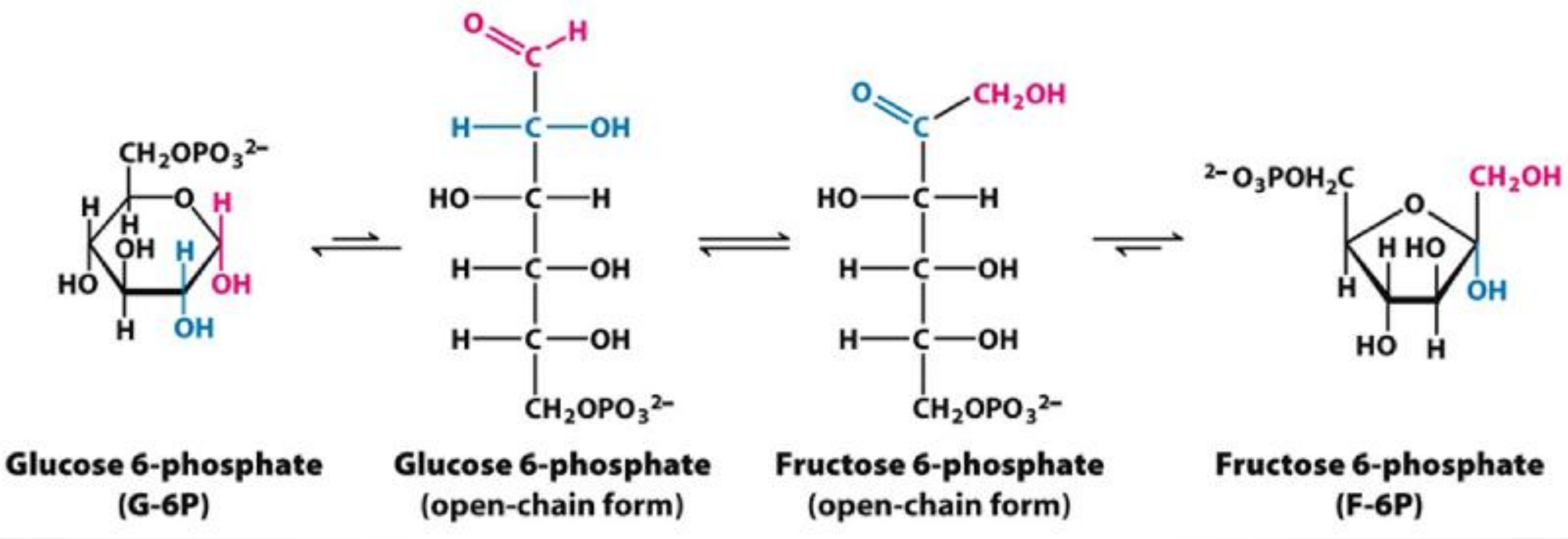
(٢)

٦- الاسترات السكرية

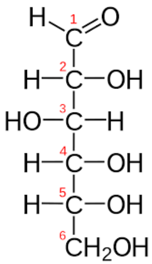
تنتج من ارتباط السكر بحامض معدني بواسطة رابطة (آصرة) أسترية

اهم مشتقات هذه المجموعة هو (الأسترات الفوسفاتية)

الاسترات الفوسفاتية : هي مركبات تنتج من ارتباط سكر سداسي Hexose بحمض الفسفوريك H_3PO_4 لتعطي مركب (جلكوز أو فركتوز ٦ فوسفات).



٧) أمثلة لبعض السكريات الأحادية

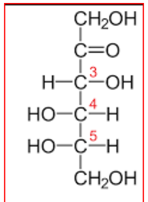


١ ـ سكر الجلكوز

يطلق عليه (سكر الدم) لأنه السكر الوحيد الذى يوجد فى الدم و (سكر العنب) لأنه قابل للتخمر بواسطة الخميرة

سكر سداسي الدهيدي يتواجد فى الانسجة النباتية والحيوانية وفى الفاكهة والقصب والخضروات والعسل ويستخدم للحصول على الطاقة ويتم الحصول عليه صناعيا بالتحليل المائي للنشا ، وزيادته فى البول تعني الاصابة بمرض السكري.

سكر من النوع (دكستروز Dextro) ويرمز له بالرمز (D) ، لأنه يسبب انحراف الضوء المستقطب جهة اليمين



L-Fructose

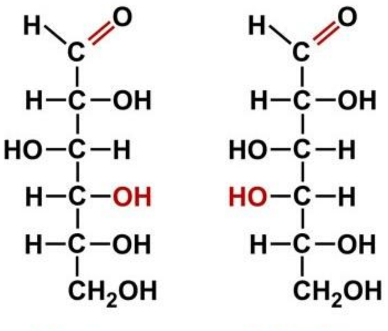
٢ ـ سكر الفركتوز

يطلق عليه (سكر الفاكهة) لأنه يتواجد بكثرة فى الفاكهة والعسل

سكر سداسي كيتوني لا يتبلور بسهولة وهو أكثر السكريات الأحادية حلاوةً بنسبة ١٦٠% فى حين ان الجلكوز نسبة حلاوته ٥٠ :٦٠ % ، ويتم الحصول عليه بالتحليل المائي للأنيولين

سكر من النوع (ليفولوز Levulose) ويرمز له بالرمز (L) ، لأنه يسبب انحراف الضوء المستقطب جهة اليسار

٣- سكر الجالاكتوز



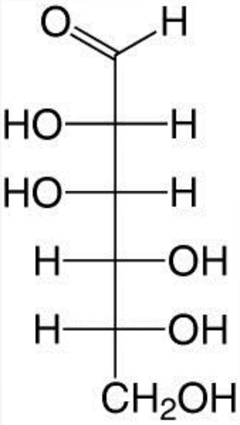
لا يوجد منفردًا فى الطبيعة مثل الجلكوز والفركتوز ولكنه يتواجد مرتبطًا

الجلكوز والجالاكتوز (ابيميران)

الجالاكتوز سكر سداسي ألدهيدي يميني الأستقطاب D مثل الجلكوز

تخمره البكتيريا وليس الخمائر العادية عكس الجلكوز

٤- سكر المانوز



يوجد بصورة حرة فى قشور الموالح (مثل الليمون والبرتقال)

المانوز سكر سداسي الدهيدي يميني الأستقطاب D مثل الجلكوز والجالاكتوز

الجلكوز والمانوز (ابيميران) (يختلف عنه فى التوزيع الفراغي حول ذرة الكربون الثانية)

يتخمر بالخمائر ويتميز عن باقي السكريات السداسية عند تفاعله مع الفينيل هيدرازين حيث يعطي بللورات غير ذائبة .

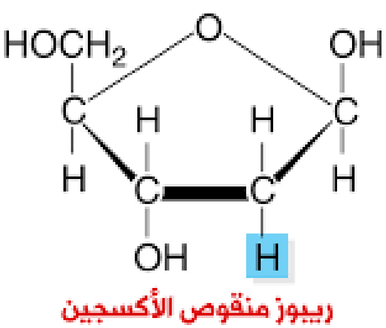
٥- الرايبوز

من أهم السكريات الخماسية الألدهيدية وهو يميني الأستقطاب D

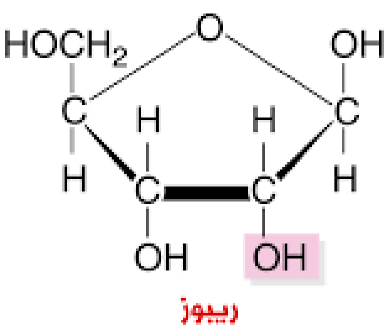
أحد مكونات الأحماض النووية الريبوزية (RNA) و عند نزع ذرة اكسجين من ذرة الكربون الثانية ينتج مركب بنتوزي يدخل فى تركيب الأحماض النووية (DNA)

يدخل فى تركيب بعض المرافقات الإنزيمية مثل (NAD)

من مشتقاته المهمة (رايبوز - ٥ - فوسفات) المهم فى عملية التمثيل الحيوي داخل الخلية



يدخل فى تركيب DNA



يدخل فى تركيب RNA
ومركبات NAD

ملاحظات:

ترتبط جزيئات الجلكوز مع بعضها لتعطي (سكريات ثنائية وعديدة) مثل المالتوز والنشا والسليلوز والجليكوجين

ترتبط جزيئات الفركتوز مع بعضها لتعطي الأنيولين وهي مادة شبيهة بالنشا يستخدمها النبات كمخزن طاقة

جلكوز (ألدهيدي) + فركتوز (كيتوني) = سكروز (سكر المائدة)

جلكوز (ألدهيدي) + جالاكتوز (ألدهيدي) = لاكتوز (سكر اللبن)

جالاكتوز + دهون (ليبيدات) = جلاكتوليبيدات Galactolipids(توجد فى البلاستيدات الخضراء والخلايا العصبية)

جالاكتوز + مجموعة (أمين) = جالاكتوز أمين Galactos amine

جالاكتوز -----> (أكسدة) حامض الجالاكتيورونيك -----> يدخل فى تركيب البكتين

ترتبط جزيئات المانوز مع بعضها لتعطي المانانات mannans التى تدخل فى تركيب الهيمي سليلوز فى بذور النبات

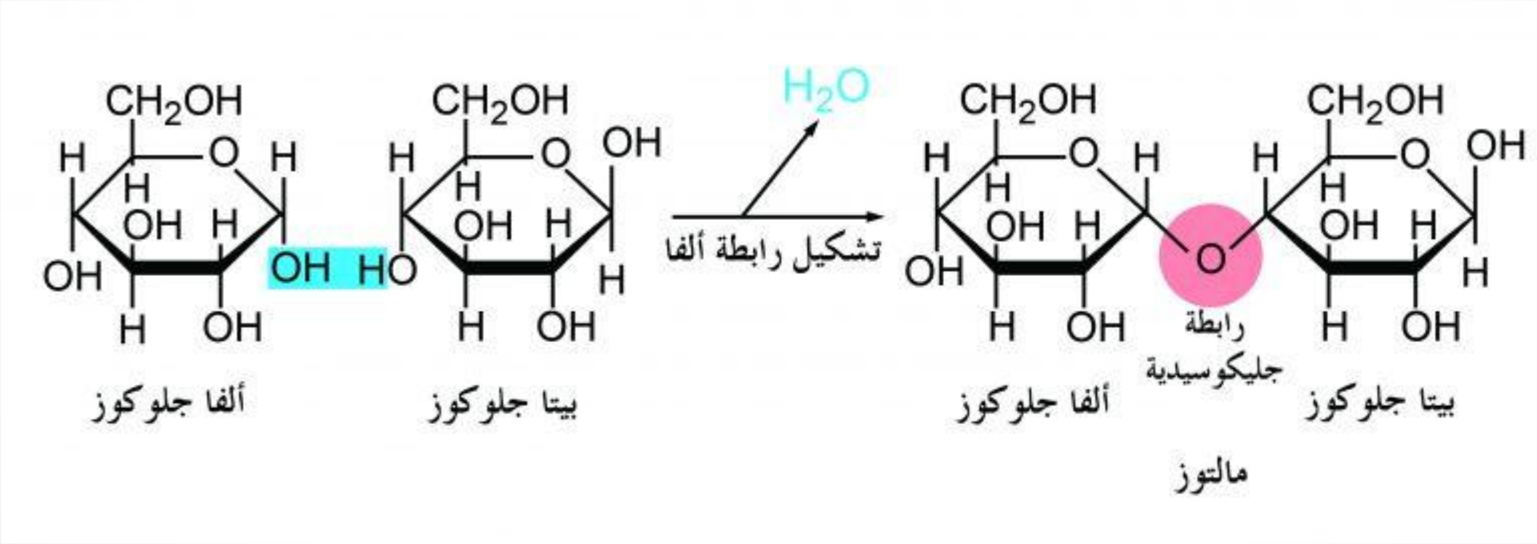
الرابطة الجليكوسيدية

هى رابطة تنتج عند ارتباط جزيئين من السكريات البسيطة (الأحادية) معًا ويخرج الماء كناتج ثانوي.

يسمى هذا التفاعل باسم (تفاعل نزع الماء للسكريات) ويحدث بفعل إنزيمات خاصة.

يتم التخلص من الرابطة بتفاعل (التحلل المائي للسكريات) بغرض معرفة عدد الوحدات التى يتكون منها السكر العديد.

هذه الرابطة لا توجد فى السكريات الأحادية (لأنها أبسط الوحدات) ولكن توجد فى السكريات القليلة والعديدة.



ثانياً: السكريات قليلة التسكر

Oligosaccharides

١) تعريفها

هي سكريات تتكون من اتحاد (٣ إلى ١٠) جزيئات من السكريات الأحادية بروابط جليكوسيدية فى تفاعل نازع للماء يحدث بفعل إنزيمات خاصة.

٢) انواعها

النوع:	١ ـ السكريات الثنائية	٢ ـ السكريات الثلاثية	٣ ـ السكريات الرباعية
الصيغة العامة:	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$C_{18}H_{32}O_{16}$	$C_{24}H_{42}O_{21}$
عند التحلل المائي لها:	تعطي جزيئين من السكريات الأحادية	تعطى ثلاث جزيئات من السكريات الأحادية	تعطى أربع جزيئات من السكريات الأحادية
أمثلة :	ـ السكروز (سكر المائدة) ـ المالتوز (سكر الشعير) ـ اللاكتوز (سكر اللبن)	الرافينوز	ستاكيوز

١ـ السكريات الثنائية المختزلة

تعريفها : هي السكريات التى تحتوى على مجموعة ألدهيد أو كيتون حرة فى تركيبها مثل المالتوز واللاكتوز .

أ) المالتوز «سكر الشعير».

جلكوز + جلكوز

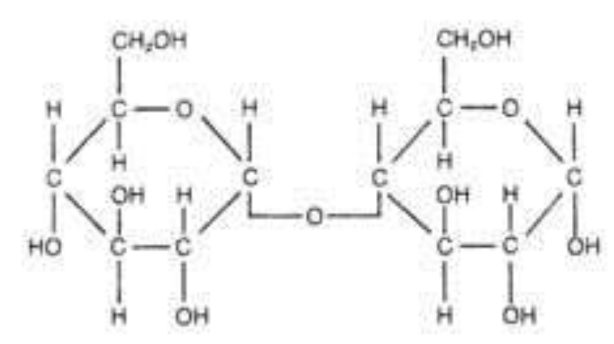
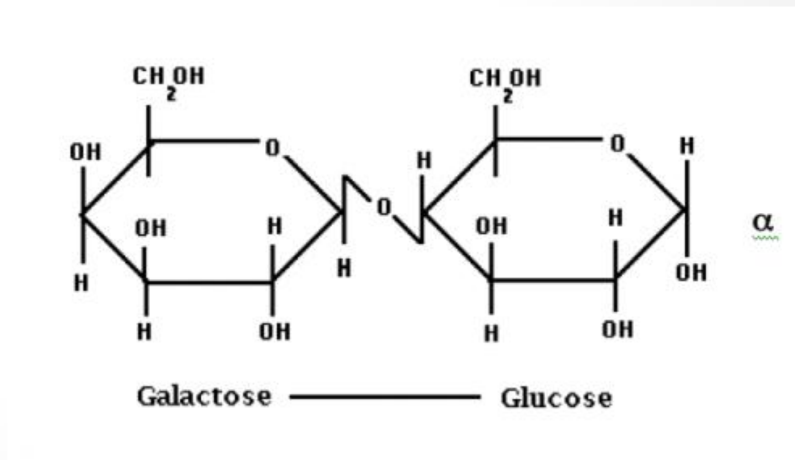


Fig. 216 Maltose. Molecular structure.

ب) اللاكتوز «سكر اللبن».

جالاكتوز + جلكوز

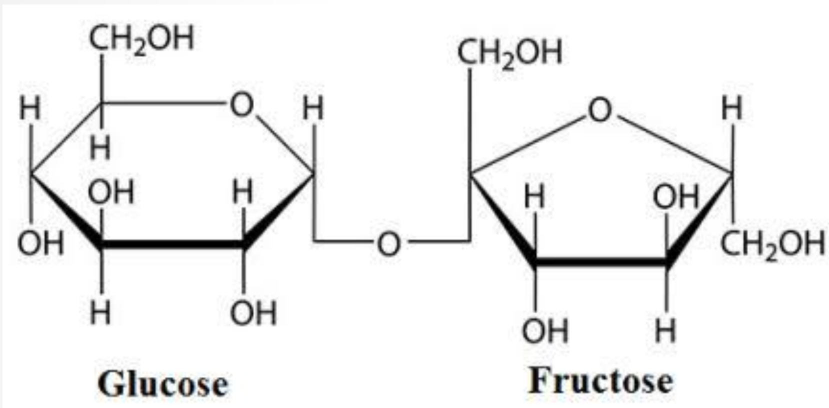


٢ـ السكريات الثنائية الغير المختزلة

تعريفها : هي السكريات التى لا تحتوى على مجموعة ألدهيد أو كيتون حرة فى تركيبها بل تكون مرتبطة مثل السكروز.

أ) السكروز «سكر المائدة»

جلكوز + فركتوز

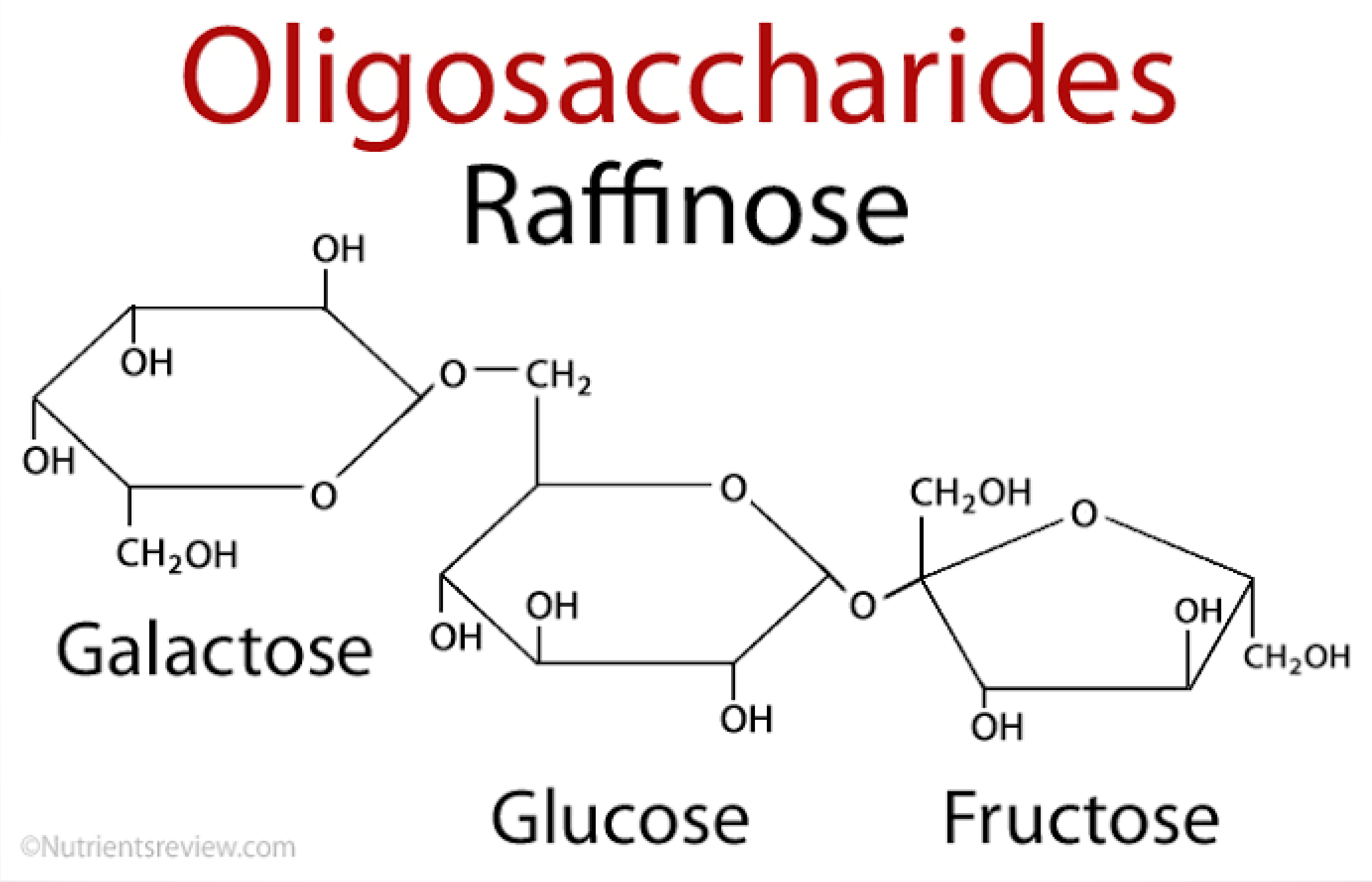


٣- السكريات الثلاثية

تعريفها : هي سكريات قليلة التسكر (اوليجو) مكونة من ثلاث جزيئات من السكريات الأحادية مرتبطة مع بعضها بروابط جليكوسيدية.

مثل : سكر الرافينوز

يتكون من ارتباط (الجالاكتوز + الجلكوز + الفركتوز)



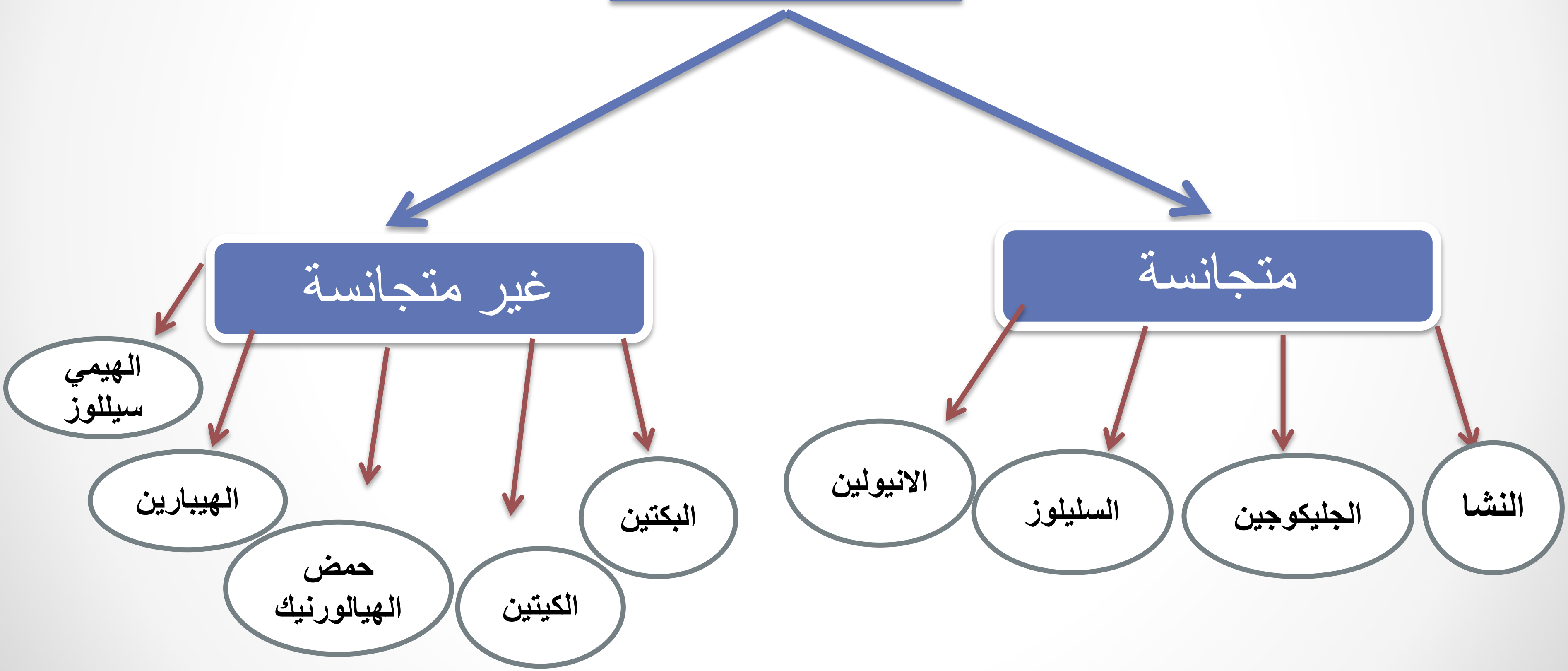
ثالثاً السكريات عديدة التسكر

Polysaccharides

١) تعريفها

هي بوليمر مكون من اتحاد عدد كبير من السكريات الأحادية (أكبر من ١٠ وحدات) بروابط جليكوسيدية فى تفاعل نازع للماء يحدث بفعل إنزيمات خاصة.

٢) أنواعها



اولًا: السكريات العديدة المتجانسة

سكريات عديدة تتكون من نوع واحد من السكريات الأحادية

١ـ النشا

عبارة عن وحدات من الجلكوز مرتبطة ببعضها

النشا تعتبر مخزن كبير للسكريات فى النبات كما فى البطاطس وبعض انواع الحبوب كالقمح

يتم تصنيف النشا إلى نوعين على حسب نوع السلسلة :

١ـ النوع الأول : ألفا اميلوز **Amylose**

٢ـ النوع الثاني : أميلوبكتين **Amylopectin**

ما الفرق بينهم؟

١ـ الألفا اميلوز	٢ـ الأميلوبكتين
# تكون فيه وحدات الجلكوز سلسلة خطية مستقيمة (عديمة التفرعات)	# تكون فيه وحدات الجلكوز سلسلة خطية مستقيمة تحتوى على تفرعات (متفرعة)
# تذوب بسهولة فى الماء	# تذوب بصعوبة فى الماء الساخن
# تتحلل بواسطة انزيم الألفا اميليز إلى جلكوز ومالتوز	# تتحلل بواسطة انزيم الألفا اميليز وألفا ١ـ٦ جلوكوسيدير إلى جلكوز ومالتوز
# تحتوى على روابط جليكوسيدية من النوع ألفا (٤ـ١)	# تحتوى على روابط جليكوسيدية من النوع ألفا (٤ـ١) وألفا (٦ـ١)

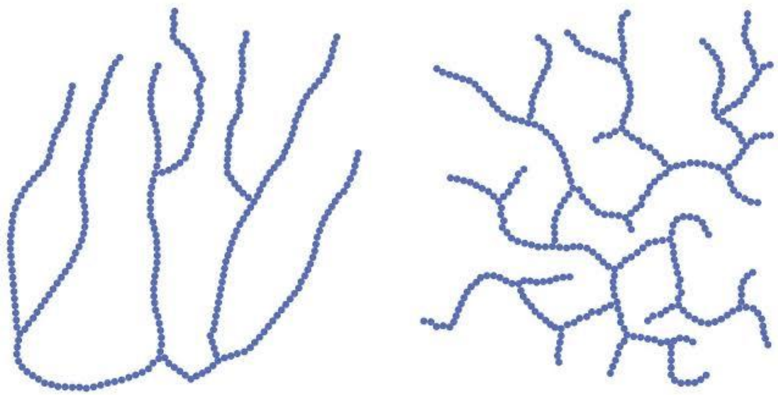
٢ـ الجليكوجين

عبارة عن وحدات من الجلكوز مرتبطة ببعضها

يشبه النشا النباتي من نوع الاميلوبكتين من حيث التركيب و الوظيفة ولكنه أكثر تفرعًا ويوجد فى جسم الحيوانات (لذلك يسمي النشا الحيواني).

ما ينطبق على الاميلوبكتين من خصائص ينطبق على الجليكوجين .

يقوم الجليكوجين (سكر مخزون فى الكبد والعضلات) بمد الجسم بالطاقة عند أكسدته لذلك هو مهم للعمليات البيوكيميائية وخاصة عند الجهد العضلي وممارسة الرياضة.



نلاحظ أن الفرق بين الجليكوجين والاميلوبكتين فى عدد الجلكوز المتفرع حيث يكون الجليكوجين أكثر تفرعًا من الاميلوبكتين.

٣- السليلوز

عبارة عن وحدات من الجلكوز مرتبطة ببعضها لتكون حزم ليفية مرتبطة بقوة جذب جزيئية لاتسمع بادمصاص اليود على اسطحها الداخلية لذلك فهي لاتعطي لون مع اليود عكس النشا الذي يعطي اللون الأزرق مع اليود

أكثر المركبات العضوية انتشارًا على الكرة الأرضية

توجد فى جدران الخلايا النباتية (المكون الأساسي لجدران خلايا الخشب)

يوجد السليلوز بصورة نقية فى ألياف القطن (بنسبة تصل إلى ٩٩%)

عند التحلل المائي له يعطي جلكوز من النوع (D)

يوجد فى السليلوز روابط (جليكوسيدية) وروابط (هيدروجينية)

نوع الرابطة الجليكوسيدية (بيتا ٤-١)

لا يستطيع الانسان الاستفادة من السليلوز (لعدم احتواء الجهاز الهضمي على انزيم السيليوليز الذي يحول السليلوز إلى مالتوز وجلكوز) ولكن هناك بعض البكتيريا والفطريات والطحالب تحتوى على ذلك الانزيم.

٤- الأنيولين

عبارة عن وحدات من الفركتوز مرتبطة ببعضها

يكثر فى جذور بعض النباتات مثل الثوم والبصل

نوع الرابطة الجليكوسيدية (بيتا ٢-١)

ثانيًا: السكريات العديدة الغير المتجانسة

سكريات عديدة تتكون من عدة أنواع من السكريات الأحادية

١ ـ البكتين

سكر عديد غير متجانس فى النبات

يدخل فى تركيب جدر الخلايا فى التفاع والكمثري واللفت وقشور الموالح (كالليمون والبرتقال)
يتحلل مائيًا إلى وحدات من حامض البكتيك
له القدرة على تكوين محاليل (متماسكة القوام)
يستخدم فى الصناعات الغذائية

٢ ـ الكيتين

سكر عديد غير متجانس فى الحيوان

يوجد فى اللافقاريات وبعض الحيوانات البحرية والحشرات

٣ ـ حمض الهيالورونيك

وحدات من (حمض الجلوكورنيك + استيل جلكوز امين) مرتبطة بروابط جليكوسيدية من نوع (بيتا ٣ ـ١)

يوجد فى بعض أنواع البكتيريا وفى أغشية المفاصل والحبل السُّري وفى سائل العين والمواد اللاصقة للأنسجة والجلد

٤ ـ الهيبارين

وحدات من (سلفيت حمض الجلوكورنيك + جلكوز امين سلفيت)

يوجد فى أنسجة الطحال والكبد وهو مانع لتجلط الدم

٥ ـ الهيمي سيللوز

وحدات من (حمض الجلوكورنيك + سكريات خماسية «الزيلوز»)

يوجد فى أغلفة الحبوب ويوجد مرتبط مع السليلوز فى المصادر النباتية

Goodbye!



- By : Mustafa Ahmed